

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Амурский государственный университет»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Направление подготовки ***13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника"***

Направленность ***Электроэнергетика***
(профиль)
образовательной
программы

Квалификация выпускника – ***бакалавр***
Программа подготовки – ***прикладной бакалавриат***
Год набора ***2018***
Форма обучения ***очная***

Курс ***четвертый*** Семестр ***седьмой***

Лекции ***54 (акад. час)*** Экзамен ***7 семестр 36 (акад. час.)***
Лабораторные занятия ***18 (акад. час.)***
Практические занятия ***18 (акад. час.)***
Самостоятельная работа ***54 (акад. час.)***

Общая трудоемкость дисциплины ***180 (акад. час.), 5 (з.е.)***

Курсовой проект ***7 семестр***
Составитель ***А.Н. Козлов, доцент, канд. тех. наук***

Факультет ***энергетический***

Кафедра ***энергетики***

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника»

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики

« 30 » 05 2018 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой _____  Н.В. Савина

Рабочая программа одобрена на заседании УМС направления подготовки 13.03.02– «Электроэнергетика и электротехника»

« 30 » 05 2018 г., протокол № 12

Председатель _____  Ю.В. Мясоедов
(подпись, И.О.Ф.)

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебно-методического управления

_____  Н.А. Чалкина

« 30 » 05 2018 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедры

_____  Н.В. Савина

« 30 » 05 2018 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки

_____  Л.А. Проказина

« 30 » 05 2018 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью изучения дисциплины является формирование знаний по основам релейной защиты и автоматики электрических систем и систем электроснабжения.

Задачей изучения дисциплины является усвоение принципов действия и конструкции элементов, на основе которых выполняются устройства релейной защиты, автоматики и телемеханики, принципов их действия, расчет параметров этих устройств.

В результате изучения дисциплины, в соответствии с квалификационной характеристикой выпускников, студенты должны знать:

- логические структуры устройств защиты и автоматики;
- принципы выполнения и работы основных видов защиты и устройств автоматики;
- уметь разбираться в схемах устройств защиты и автоматики.

Базовыми для данной дисциплины являются курсы «Переходные процессы в электроэнергетических системах», «Электрические станции и подстанции» и «Информационно-измерительная техника».

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОП ВО:

Дисциплина «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» предусмотрена Федеральным государственным образовательным стандартом подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электротехника и электротехника» в качестве базовой дисциплины профессионального цикла.

Изучение релейной защиты, автоматики и телемеханики базируется на сведениях, излагаемых в дисциплинах: «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Электротехнические системы и сети», «Информационно-измерительная техника», «Электрические станции и подстанции» и является основой для изучения дисциплин «Диспетчерское и технологическое управление», «Микропроцессорные средства управления в электроэнергетике».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способности принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3);
- готовности определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);
- готовности обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7).

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- **знать** основные принципы работы устройств защиты и автоматики (ПК-3), элементную базу этих устройств, назначение оперативного тока и его источники (ПК-5), типовые перечни защит и устройств автоматики, применяемых на основном электрооборудовании электроэнергетических систем (ПК-7);

- *уметь* рассчитывать уставки устройств релейной защиты и автоматики (ПК-3), читать схемы устройств (ПК-5), оценивать эффективность применения альтернативных принципов реализации различных устройств защиты в конкретных ситуациях (ПК-7);

- *иметь навыки* проектирования устройств защиты и автоматики (ПК-3), определения параметров защищаемого электрооборудования (ПК-5), реализации алгоритмов управления режимами работы защищаемых объектов (ПК-7).

4. МАТРИЦА КОМПЕТЕНЦИЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Разделы	Компетенции		
	ПК-3	ПК-5	ПК-7
<i>Модуль 1 «Общие вопросы релейной защиты и автоматики»</i>	+	+	+
<i>Модуль 2 «Защита и автоматика электрических сетей»</i>	+	+	+
<i>Модуль 3 «Защита основного электрооборудования электрических систем и систем электроснабжения»</i>	+	+	+
<i>Модуль 4 «Автоматика электрических систем и систем электроснабжения»</i>	+	+	+

5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единиц, **180** академических часов.

№ п/п	Модуль дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в акад. часах)				Формы текущего контроля
				Лк.	Пр.	Лб.	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<i>Модуль 1 «Общие вопросы релейной защиты и автоматики»</i> 1.1 Введение 1.2 Линейные и нелинейные измерительные преобразователи 1.3 Источники оперативного тока 1.4 Элементы устройств защиты и автоматики	7	1 2 3 3	4 2 2 2			4 4	Посещение лекций. Экспресс-опрос (тест). Отчеты по выполнению лабораторных работ.

Продолжение таблицы структуры дисциплины

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Модуль 2 «Защита и автоматика электрических сетей» 2.1 Защиты сетей напряжением до 1000 В 2.2 Токовые защиты линий электропередачи 2.3 Защиты от замыканий на землю 2.4 Дистанционные защиты 2.5 Дифференциальные защиты		4 5,6 7 7 8	2 6 2 2 2		2 4 2 2 2	2 8 2 2 4	Посещение лекций. Экспресс-опрос (тест). Отчеты по выполнению лабораторных и практических работ.
3	Модуль 3 «Защита основного электрооборудования электрических систем и систем электроснабжения» 3.1 Защита синхронных генераторов 3.2 Защита трансформаторов и автотрансформаторов 3.3 Защита электродвигателей 3.4 Защита шин и токопроводов		9 10- -12 13 14- -15	4 8 4 4		2 4 2	6 2	Посещение лекций. Экспресс-опрос (тест). Отчеты по выполнению лабораторных и практических работ.
4	Модуль 4 «Автоматика электрических систем и систем электроснабжения» 4.1 Автоматическое повторное включение 4.2 Автоматическая частотная разгрузка 4.3 Автоматическое включение резервного питания 4.4 Автоматическое регулирование напряжения		15- -16 17 17 18	4 2 2 2		2 2	4 2	Посещение лекций. Экспресс-опрос (тест). Отчеты по выполнению практических работ.
	Выполнение и защита курсового проекта, 7 семестр	7					18	Консультации по разделам проекта и по графической части, защита курсового проекта

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

6.1 ЛЕКЦИИ

Семестр 7

Модуль 1 «Общие вопросы релейной защиты и автоматики»

Тема 1.1. Введение. Место дисциплины в учебном плане. Объем (в часах) лекций, практических и лабораторных занятий. Отчетность. Рекомендуемая литература. Технико-экономическая необходимость автоматизации управления единым процессом производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии. Повреждения и ненормальные режимы в электроэнергетических системах и системах электроснабжения. Назначение устройств защиты и автоматики (РЗА).

Эволюция устройств РЗА. Элементы и функциональные части устройств, их назначение и основные принципы действия. Коммутационная аппаратура, используемая во вторичных цепях. Графические изображения элементов РЗА на электрических схемах. Виды схем; требования к умению чтения схем. Основные требования, предъявляемые к устройствам защиты, автоматики и телемеханики.

Тема 1.2. Линейные и нелинейные измерительные преобразователи. Первичные измерительные преобразователи тока и напряжения. Маркировка концов обмоток, векторные диаграммы и условия работы трансформаторов тока и напряжения. Насыщающиеся трансформаторы тока. Преобразователи тока и напряжения для цифровых устройств защиты и автоматики. Фильтры симметричных составляющих тока и напряжения.

Тема 1.3. Источники оперативного тока. Постоянный и переменный оперативный ток. Источники постоянного оперативного тока. Аккумуляторные батареи. Источники переменного оперативного тока. Схемы с реле прямого действия. Схемы с дешунтированием электромагнитов отключения выключателей. Выпрямительные блоки питания. Использование энергии предварительно заряженных конденсаторов. Источники оперативного тока для цифровых защит.

Тема 1.4. Элементы устройств защиты и автоматики. Плавкие предохранители (конструкция) и электротепловые реле. Принцип действия и выполнение электромагнитных реле. Первичные реле прямого действия. Вторичные реле тока и напряжения прямого и косвенного действия. Электромагнитные логические реле, указательные реле. Индукционные измерительные реле тока, направление мощности, сопротивления, частоты. Цифровые устройства защиты и автоматики.

Модуль 2 «Защита и автоматика электрических сетей»

Тема 2.1. Защиты сетей напряжением до 1000 В. Назначение и выполнение защиты сетей напряжением до 1000 В. Плавкие предохранители: выбор параметров, обеспечение чувствительности и селективности. Устройство автоматических выключателей, выбор уставок, обеспечение селективности и чувствительности. Защиты от однофазных коротких замыканий на землю в четырехпроводной сети с глухозаземленной нейтралью. Устройство защитного отключения (УЗО), дифференциальные автоматы. Устройства автоматического включения резерва в сетях напряжением до 1000 В.

Тема 2.2. Токовые защиты линий электропередачи. Виды повреждений и ненормальных режимов работы линий. Схемы включения измерительных органов токов защиты: трехфазная схема с соединением трансформаторов тока и реле в полную звезду, двухфазная двух- и трехрелейная с соединением трансформаторов тока и реле в неполную

звезду, двухфазная однорелейная схема с соединением трансформаторов тока в неполный треугольник и включением реле на разность токов двух фаз, трехфазная трехрелейная схема соединения трансформаторов тока в треугольник, а обмоток реле в звезду. Коэффициенты схемы для разных вариантов включения измерительных органов защиты, различие коэффициентов в нормальном и аварийных режимах. Соотношение токов и напряжений с двух сторон силового трансформатора в случае возникновения повреждений на одной из сторон.

Максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени. Выбор параметров срабатывания и проверка чувствительности. Схема защиты на базе электромеханических реле. Выполнение максимальной токовой защиты на переменном оперативном токе с независимой, ограниченно зависимой выдержкой времени. Токовые отсечки без выдержки времени и с выдержкой времени. Ступенчатая токовая защита. Максимальная токовая направленная защита. Схема, принцип действия, область использования. Выбор параметров срабатывания. Схемы включения реле направления мощности.

Токовая защита нулевой последовательности (ТЗНП) для сетей с глухозаземленными нейтралью. Расчет токов нулевой последовательности, построение кривых спада токов в сетях разной конфигурации. Расчет уставок ступеней ТЗНП по току и времени.

Тема 2.3. Защиты от замыканий на землю. Защиты от замыкания на землю (ЗНЗ) в сетях с изолированными или заземленными через дугогасящие реакторы нейтралью: общая сигнализация от замыкания на землю, токовая защита нулевой последовательности, направленная защита нулевой последовательности. Защита от ЗНЗ, основанная на анализе переходного процесса. Цифровые ЗНЗ.

Тема 2.4. Дистанционные защиты. Дистанционная защита. Принцип выполнения. Защитные характеристики пусковых органов. Выбор параметров срабатывания защиты со ступенчатой характеристикой в сетях разной конфигурации. Высокочастотная блокировка (ВЧБ). Корректировка уставок ступеней защиты при изменении структуры сети. Принципы цифровой реализации дистанционной защиты.

Тема 2.5. Дифференциальные защиты. Продольная и поперечная дифференциальные токовые защиты линий. Принципы их действия. Направленная дифференциальная токовая защита параллельных линий. Схемы защит. Дифференциально-фазная высокочастотная защита ЛЭП СВН. Принципы цифровой реализации дифференциальных защит линий.

Модуль 3 «Защита основного электрооборудования электрических систем и систем электроснабжения»

Тема 3.1. Защита синхронных генераторов. Виды повреждений и ненормальных режимов работы генераторов. Требования, предъявляемые к защитами. Защита низковольтных генераторов. Защита высоковольтных генераторов мощностью до 1 МВт. Защита высоковольтных генераторов мощностью более 1 МВт. Продольная дифференциальная токовая защита. Разновидности схем продольных дифференциальных защит. Выбор параметров защиты и проверка ее чувствительности. Поперечная дифференциальная токовая защита обмотки статора. Выбор уставок защиты. Защита от замыканий обмотки статора на корпус. Принцип выполнения защиты. Выбор параметров срабатывания защиты с трансформатором тока нулевой последовательности, имеющим подмагничивание. Типовые схемы, параметры настройки.

Защита генераторов от сверхтоков внешних коротких замыканий и перегрузок. Разновидности защиты. Выбор уставок защиты и проверки ее чувствительности. Защита от перегрузок токами обратной последовательности. Защита от повышения напряжения. Защита ротора от замыкания на корпус в одной и во второй точках обмотки возбуждения.

Защита ротора от перегрузки током возбуждения. Типовые схемы, параметры настройки. Цифровые терминалы для защиты синхронных генераторов. Устройство для гашения магнитного поля генератора. Противопожарные устройства.

Тема 3.2. Защита трансформаторов и автотрансформаторов. Виды повреждений и ненормальных режимов работы трансформаторов и автотрансформаторов. Особенности автотрансформаторов. Токовые защиты трансформаторов от внутренних и внешних коротких замыканий. Токовая отсечка. Токовая защита со ступенчатой характеристикой выдержки времени. Защита от замыканий на землю понижающих трансформаторов. Назначение и принцип действия дифференциальной защиты. Особенности дифференциальной защиты трансформаторов. Токи небаланса в дифференциальной защите трансформаторов. Меры для предупреждения действия защиты от токов небаланса.

Токи намагничивания силовых трансформаторов при включении под напряжением. Способы предотвращения работы защиты от бросков тока намагничивания. Дифференциальная токовая отсечка. Дифференциальная защита с токовым реле, включенными через быстронасыщающиеся трансформаторы. Дифференциальная защита с реле, имеющими торможение. Порядок расчета дифференциальной защиты силового трансформатора на базе реле с торможением.

Цифровая реализация дифференциальной защиты силового трансформатора. Отстройка от параметров, появление которых может привести к ложному срабатыванию защиты. Порядок настройки цифровой защиты на базе микропроцессорных терминалов.

Принцип действия газового реле и соответствующей защиты. Токовые защиты от внешних коротких замыканий. Максимальные токовые защиты. Токовая защита нулевой последовательности. Токовая защита с пуском по напряжению. Защита от внешних коротких замыканий на землю повышающих трансформаторов, работающих с заземленной нейтралью. Защита от перегрузки трансформаторов и автотрансформаторов.

Тема 3.3 Защита электродвигателей. Релейная защита асинхронных двигателей. Общие требования к защите электродвигателей. Виды повреждений и ненормальных режимов работы асинхронных двигателей. Типы защит асинхронных двигателей. Токовая защита асинхронных двигателей от многофазных замыканий. Токовая и тепловая защита от сверхтоков. Дифференциальная токовая защита. Токовая защита нулевой последовательности. Минимальная защита напряжения.

Виды повреждений и ненормальных режимов синхронных двигателей. Типы защит синхронных двигателей. Защиты синхронных двигателей от несинхронной работы. Защита электродвигателей, выполненная на переменном оперативном токе.

Тема 3.4. Защита шин и токопроводов. Особенности выполнения устройств защиты шин и токопроводов: токовые защиты, логические защиты, дифференциальные защиты, цифровые защиты.

Особенности выполнения устройств защиты синхронных компенсаторов, батарей статических конденсаторов, выпрямительных агрегатов, преобразовательных установок и трансформаторов электропечных установок.

Модуль 4 «Автоматика электрических систем и систем электроснабжения»

Тема 4.1. Автоматическое повторное включение. Целесообразность применения устройств автоматического повторного включения /АПВ/ на линиях электропередачи. Трехфазное АПВ линий с односторонним питанием. АПВ на воздушных, кабельных и смешанных линиях. Однократность действия АПВ. Определение выдержки времени АПВ, АПВ линий, питающих подстанции без выключателей на стороне высшего напряжения (критика схем с КЗ и ОД). Особенности совместной работы АПВ и релейной защиты на линиях электропередачи. АПВ двухкратного действия на линиях с односторонним

питанием, АПВ шин и трансформаторов. Электрические схемы АПВ на постоянном и переменном оперативном токе.

Тема 4.2. Автоматическая частотная разгрузка. Назначение автоматической частотной разгрузки /АЧР/. Схемы устройств АЧР с использованием реле частоты. Автоматическое повторное включение после автоматической частотной разгрузки /АПВ - ЧАПВ/. Делительные защиты на заводских электростанциях.

Тема 4.3. Автоматическое включение резервного питания. Осуществление схем электроснабжения потребителей с односторонним питанием с целью снижения уровней токов коротких замыканий, упрощения релейной защиты, осуществления заданного режима по напряжению. Осуществление автоматического включения резерва /АВР/ с целью повышения надежности энергоснабжения потребителей в схемах с односторонним питанием. Общие принципы построения схем АВР. Назначение пусковых органов минимального напряжения и схемы их выполнения. Пусковой орган с реле частоты. Обеспечение однократности действия АВР. Ускорение действия релейной защиты после неуспешного АВР. Примеры схем АВР для сетей разного напряжения.

Тема 4.4. Автоматическое регулирование напряжения. Влияние напряжения на качество электроэнергии. Способы изменения напряжения на шинах у потребителя. Автоматическое регулирование возбуждения синхронных машин. Устройство компаундирования и электромагнитный корректор напряжения. Назначение автоматического регулирования возбуждения синхронных машин. Форсировка возбуждения синхронных машин, схемы гашения поля синхронных машин. Стабилизация напряжения на подстанциях с нагрузкой переменной, обуславливающей быстрые и глубокие колебания напряжения, с помощью синхронных компенсаторов, оснащенных тиристорной системой возбуждения и АРВ сильного действия. Синхронизация генераторов. Автоматическое регулирование напряжения на подстанциях: изменение коэффициента трансформации под нагрузкой, отключение и включение батарей статических конденсаторов. Автоматическое отключение и включение трансформатора для уменьшения потерь энергии.

Семестр 7

Выполнение и защита курсового проекта.

6.2 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

На практических занятиях решают задачи по выбору параметров срабатывания и проверки чувствительности защит. В рамках акад. часов отведенных эти занятия, могут быть выполнены работы из следующего перечня:

№№ п/п	Тема практической работы	Продолжительность, акад. час.
1	2	3
1	Токовые направления защиты для сетей с двусторонним питанием и кольцевых сетях и защиты в сетях с одним источником питания.	4
2	Дистанционная защита линий.	4
3	Токовая защита линий нулевой последовательности.	4
4	Защита сетей с изолированной нейтралью от замыканий на землю.	4
5	Поперечная дифференциальная токовая направленная защита параллельных линий.	4
6	Дифференциальная защита трансформатора, выполненная на базе реле с торможением	4

7	Дифференциальная защита трансформатора, выполненная на базе микропроцессорного терминала	4
8	Защиты синхронного генератора.	4

Продолжение таблицы тем практических занятий

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
9	Расчет уставок АПВ линии электропередачи	4
10	Оценка возможности применения несинхронного АПВ на линии электропередачи с двусторонним питанием	4
11	Изучение схем АВР и расчет уставок для схемы АВР силового трансформатора	4
12	Изучение действия АЛАР (АПАХ) и схемы делительной автоматики	4
13	Устройство резервирования отказов выключателя (УРОВ)	4

6.3 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

На лабораторных занятиях закрепляются теоретические знания студентов, полученные на лекциях, а также формируются навыки по выполнению испытаний и проверок устройств релейной защиты. При подготовке к выполнению лабораторных работ студенты изучают принципы действия и техническое выполнение устройств релейной защиты и производят расчеты параметров их настройки. В лаборатории производятся экспериментальные исследования и снимаются характеристики устройств релейной защиты.

В рамках часов отведенных эти занятия, могут быть выполнены следующие лабораторные работы:

№№ п/п	Тема лабораторной работы	Продолжительность, акад. час.
1	Исследование реле тока, напряжения, времени, указательного промежуточного	2
2	Исследование реле направления мощности, сопротивления	2
3	Исследование различных схем включения трансформаторов тока и реле	2
4	Исследование ступенчатой токовой защиты ЛЭП.	2
5	Исследование токовой защиты ЛЭП с ограниченно зависимой характеристикой выдержек времени.	2
6	Исследование токовой направленной защиты ЛЭП	2
7	Исследование токовой защиты нулевой последовательности для сетей с изолированной нейтралью.	2
8	Исследование дистанционной защиты ЛЭП.	2
9	Исследование дифференциально-фазной защиты линий.	2
10	Исследование поперечной дифференциальной токовой направленной защиты параллельных ЛЭП.	2
11	Исследование цифрового терминала «Сириус»	2

12	Исследование цифрового терминала SPAC-800	2
----	---	---

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

№ п/п	№ раздела (темы) дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в акад. часах
<i>Семестр 7</i>			
1	<i>Модуль 1 «Общие вопросы релейной защиты»</i>	Подготовка отчетов по выполнению лабораторных работ.	4
2	<i>Модуль 2 «Защита и автоматика электрических сетей»</i>	Подготовка отчетов по выполнению лабораторных и практических работ.	18
3	<i>Модуль 3 «Защита отдельных элементов электрических систем и систем электроснабжения»</i>	Подготовка отчетов по выполнению лабораторных и практических работ.	8
4	<i>Модуль 4 «Автоматика электрических систем и систем электроснабжения»</i>	Подготовка отчетов по выполнению лабораторных и практических работ.	6
	<i>Семестр 7</i>	Выполнение и защита курсового проекта.	18

7.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов по дисциплине

1. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие к курс. проектированию / АмГУ, Эн. ф.; сост.: А. Н. Козлов, В. А. Козлов. - 2-е изд., испр. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 64 с
Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7748.pdf
2. Графическая часть курсовых проектов и выпускных квалификационных работ [Электронный ресурс] : учеб. - метод. пособие. Ч. 2 / АмГУ, Эн.ф.; сост.: А. Н. Козлов, В. А. Козлов. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 168 с
Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7735.pdf
3. Упражнения по релейной защите [Текст]: учеб. пособие / О.П. Алексеев [и др.]; под ред. О.П. Алексеева. – М.: Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2005. – 64 с.
4. Гуревич В.И. Микропроцессорные реле защиты [Электронный ресурс]: устройство, проблемы, перспективы / Гуревич В.И. – Электрон. текстовые данные. – М.: Инфра-Инженерия, 2013. – 336 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13541>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

7.2. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Целью курсового проекта является освоение, в основном – самостоятельно – принципов выбора аппаратуры и расчета параметров релейной защиты – определения уставок защит и реле, проверки на чувствительность, определения зоны действия. Обязательным приложением к пояснительной записке по курсовому проекту является минимум два листа графической части.

7.2.1. Вариант задания на курсовой проект по дисциплине «Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем»:

Курс: четвертый
Направление: 13.03.02
Группа: 442об-...
Студент:

Дата защиты курсового проекта:
01 декабря 201... г.

Исходные данные:

1. Схема Амурской электроэнергетической системы;
2. Данные о токах короткого замыкания на объектах энергосистемы;
3. Потоки мощности и уровни напряжения в сетях 110 кВ и выше энергосистемы.

Объем работы:

1. Для участка сети 110 кВ ПС «Сковородино» – ПС «НПС-21» выбрать необходимые устройства релейной защиты и автоматики и рассчитать уставки этих устройств.
2. Рассчитать параметры релейной защиты шин (ошиновки) высшего напряжения и трансформатора подстанции «НПС-21».
3. Привести электрические схемы рассчитанных защит и устройств автоматики

Алгоритм выбора и расчета защит и устройств автоматики:

- В соответствии с ПУЭ произвести предварительный выбор защит.
- Из исходных данных выбрать необходимые токи КЗ и рассчитать недостающие параметры.
- Рассчитать уставки, проверить защиты по чувствительности, принять решение об установке, либо об отказе в установке защиты.

Задание подшивается в пояснительную записку после титульного листа. Исходные данные – в приложение к пояснительной записке.

Графическая часть курсового проекта (выполняется на двух листах формата А1): поясняющая схема, цепи тока и напряжения, оперативные цепи защит и устройств автоматики, сигнальные цепи, цепи отключения и схема управления выключателем. Лист 1 – защита шин; лист 2 - защита трансформатора.

Руководитель курсового проекта _____ Козлов А.Н.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» используются традиционные и современные образовательные технологии. Из современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии с привлечением к преподаванию мультимедийной техники, технологии активного обучения, проблемного обучения. Применяются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: проблемные ситуации, компьютерные симуляции, деловые игры и т.д.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя: консультации и помощь при выполнении индивидуального задания, консультации по разъяснению материала, вынесенного на самостоятельную проработку,

индивидуальную работу студента, в том числе в компьютерном классе ЭФ или в библиотеке.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 20 академических часов.

- при чтении лекций:

Номер модуля, темы, лекции	Обсуждаемые вопросы	Используемые приемы интерактивного обучения	Количество акад. часов
Модуль 1, тема 1.1, лекция 2	Графические изображения элементов РЗА на электрических схемах. Виды схем; требования к умению чтения схем	Лекция-беседа	2
Модуль 1, тема 1.2	Условия работы трансформаторов тока и напряжения	Лекция с разбором конкретных ситуаций	2
Модуль 2, Тема 2.2, лекция 3	Максимальная токовая направленная защита. Схема, принцип действия, область использования. Выбор параметров срабатывания.	Лекция с разбором конкретных ситуаций	2
Модуль 2, Тема 2.4	Высокочастотная блокировка (ВЧБ). Корректировка уставок ступеней защиты при изменении структуры сети.	Лекция с разбором конкретных ситуаций	2
Модуль 3, Тема 3.2, лекция 3	Цифровая реализация дифференциальной защиты силового трансформатора. Отстройка от параметров, появление которых может привести к ложному срабатыванию защиты.	Лекция с разбором конкретных ситуаций	2
Модуль 4, Тема 4.1	Целесообразность применения устройств автоматического повторного включения /АПВ/ на линиях электропередачи.	Просмотр и обсуждение учебной презентации	2

- при выполнении практических занятий:

Тема практического занятия	Используемые приемы интерактивного обучения	Количество акад. часов
Дистанционная защита линий.	Разбор конкретных ситуаций	2
Токовая защита линий нулевой последовательности.	Разбор конкретных ситуаций	2

- при выполнении лабораторных занятий:

Тема лабораторной работы	Используемые приемы интерактивного обучения	Количество акад. часов
Исследование различных схем включения трансформаторов тока и реле	Разбор конкретных ситуаций	2
Тема лабораторной работы	Используемые приемы интерактивного обучения	Количество акад. часов
Исследование токовой направленной защиты ЛЭП	Разбор конкретных ситуаций	2

Задание студентам для подготовки к выполнению практического занятия или лабораторной работы имитирует реальное событие; с преподавателем обсуждаются цели работы и ход ее выполнения; при защите работы - обсуждение и анализ полученных результатов; обсуждение теоретических положений, справедливость которых была установлена в процессе выполнения практического занятия или лабораторной работы.

9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а так же методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем».

В процессе изучения дисциплины предусмотрены следующие виды промежуточного контроля знаний студентов:

- экспресс-опрос лектора по итогам изучения модулей курса с помощью промежуточных тестов;
- выполнение и защита отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам.

9.1. Подготовка конспектов по темам на самостоятельное изучение

- Источники оперативного тока.
- Основные направления развития РЗ
- Фильтры симметричных составляющих
- Высокочастотные защиты
- Высокочастотная обвязка воздушных линий электропередачи
- Статические реле
- Защиты шин
- Схемы управления коммутационной аппаратурой
- УРОВ.

9.2 Экзаменационные вопросы

1. Повреждения и ненормальные режимы элементов электроэнергетической системы – основные понятия, термины и определения, векторные диаграммы (ПК-7).
2. Назначение устройств релейной защиты. Требования к устройствам релейной защиты (ПК-3)

3. Принципы построения устройств релейной защиты. Основные элементы (ПК-3)
4. Оперативный ток. Назначение. Источники (ПК-5).
5. Защита электрических цепей плавкими предохранителями. Выбор и согласование плавких вставок. Преимущества и недостатки. Область применения (ПК-5).
6. Обеспечение селективности при защите участков электрической сети плавкими предохранителями (ПК-7)
7. Защита электрических сетей автоматическими выключателями (ПК-5).
8. Электромеханические реле времени, промежуточные, указательные – назначение, основные элементы конструкции (ПК-3)
9. Способы устранения вибрации электромагнитных реле, работающих на переменном токе (ПК-3)
10. Схемы соединения вторичных обмоток трансформаторов тока и катушек реле. Коэффициент схемы (ПК-5).
11. Фильтры тока и напряжения нулевой последовательности (ПК-7)
12. Фильтр напряжения обратной последовательности (ПК-7)
13. Фильтр тока обратной последовательности (ПК-7)
14. Максимальная токовая защита. Выбор уставок по току и времени. Схема МТЗ (ПК-3).
15. Токовая отсечка. Выбор уставок. Схема отсечки (ПК-3).
16. Токовая отсечка с выдержкой времени. Токовая трехступенчатая защита (ПК-3).
17. Способы повышения чувствительности токовых защит (ПК-5)
18. МТЗ с пуском по напряжению (ПК-5).
19. МТЗ на линиях с двусторонним питанием (ПК-5).
20. Реле направления мощности (ПК-7).
21. Особенности работы токовых защит в кольцевых сетях (ПК-7)
22. Дистанционные защиты. Область применения. Принцип работы (ПК-3).
23. Выбор уставок дистанционной защиты (ПК-3)
24. Принцип выполнения реле сопротивления (ПК-3)
25. Поперечная дифференциальная защита параллельных линий (ПК-3)
26. Направленная поперечная дифференциальная защита параллельных линий – область применения, выбор уставок, особенности работы (ПК-3)
27. Продольная дифференциальная защита элементов электрической сети: принципы организации защиты (ПК-3).
28. Способы повышения чувствительности продольной дифференциальной защиты (ПК-7).
29. Реле с торможением – назначение и принцип работы (ПК-7).
30. Дифференциальное реле с магнитным торможением (ПК-7)
31. Работа сети с изолированной нейтралью в режиме замыкания фазы на землю (ПК-5).
32. Принципы организации защиты от замыканий на землю (ПК-5).
33. Трансформаторы тока нулевой последовательности. ТНП с подмагничиванием (ПК-5)
34. Повреждения и ненормальные режимы генераторов (ПК-3)
35. Основные защиты генераторов. Принципы действия защит (ПК-3)
36. Односистемная поперечная дифференциальная защита статора генератора (ПК-3)
37. Резервные защиты статора генератора (ПК-3)
38. Защита ротора генератора (ПК-3)
39. Повреждения и ненормальные режимы силовых трансформаторов (ПК-3)
40. Продольная дифференциальная защита трансформаторов – особенности (ПК-3)
41. Дифференциальная защита трансформаторов на реле с торможением (ПК-3)
42. Выбор места включения тормозной обмотки (ПК-7)
43. Газовая защита масляных трансформаторов (ПК-3)

44. Резервные защиты трансформатора (ПК-3)
45. Автоматическое повторное включение. Обоснование применения, основные требования, их реализация в схеме (ПК-7)
46. Противоаварийная автоматика (ПК-7)
47. Автоматический ввод резерва. Обоснование применения, основные требования, их реализация в схеме (ПК-7)
48. Автоматическая частотная разгрузка. Область применения, основные требования (ПК-7)
49. Делительная автоматика (АПХ, АЛАР). Область применения. Назначение (ПК-7)
50. Понятие электрического центра системы (ПК-7)

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

а) основная литература:

1. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие для направления подготовки "Электроэнергетика и электротехника" / сост.: А. Н. Козлов, В. А. Козлов, Ю. В. Мясоедов ; АмГУ, Эн. ф. - 4-е изд., испр. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 160 с.
Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9689.pdf
2. Релейная защита и автоматика в электрических сетях [Электронный ресурс] / – Электрон. текстовые данные. – М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, Альвис, 2012. – 632 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22702>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

б) дополнительная литература:

1. Дьяков, А.Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем. [Электронный ресурс]: Учебные пособия / А.Ф. Дьяков, Н.И. Овчаренко. – Электрон. дан. – М. : Издательский дом МЭИ, 2010. – 336 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72351>
2. Андреев, Василий Андреевич. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения [Текст]: учеб.: рек. Мин. обр. РФ / В. А. Андреев. – 6-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2008. - 640 с.
3. Упражнения по релейной защите [Текст] : учеб. пособие / О. П. Алексеев [и др.] ; под ред. О. П. Алексеева, 2005. – 64 с.
4. Андреев, Василий Андреевич. Релейная защита систем электроснабжения в примерах и задачах [Текст]: учеб. пособие: рек. УМО / В. А. Андреев. – М.: Высш. шк., 2008. – 253 с.
5. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : метод. указания к практ. занятиям. Ч. 1/ АмГУ, Эн. ф.; сост.: А. Н. Козлов, А. Г. Ротачева. - 2-е изд., испр. . - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 37 с
Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7755.pdf
6. Автоматика энергосистем [Электронный ресурс] : метод. указания к лаб. работам для направления подготовки "Электроэнергетика и электротехника"/ АмГУ, Эн.ф.; сост. А. Н. Козлов. - 2-е изд., испр.. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 76 с
Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7750.pdf
7. Графическая часть курсовых проектов и выпускных квалификационных работ [Электронный ресурс] : учеб. - метод. пособие. Ч. 2 / АмГУ, Эн.ф.; сост.: А. Н. Козлов, В. А. Козлов. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 168 с
Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7735.pdf

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Перечень программного обеспечения (обеспеченного лицензией)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Операционная система MS Windows 7 Pro	Windows 7 Pro – DreamSparkPremiumElectronicSoftwareDelivery (3 years) Renewal по договору – Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года

№	Перечень программного обеспечения (свободно распространяемого)	Реквизиты подтверждающих документов (при наличии)
1	Mozilla	Бесплатное распространение по лицензии MPL 2.0 https://www.mozilla.org/en-US/MPL/
2	Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html На условиях https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html
3	Firefox	Бесплатное распространение по лицензии MPL 2.0 https://www.mozilla.org/en-US/MPL/
3	WinDjView	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.htm
4	LibreOffice	бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	ЭБС ЛАНЬ http://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система, включающая в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. В пакете Инженерно- Технические науки содержится коллекция Издательского дома МЭИ
2	ЭБС IPRbooks http://www.iprbookshop.ru/	Электронно-библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
3	ЭБС ЮРАЙТ https://www.biblio-online.ru/	Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

г) сайты работодателей – предприятий и организаций региона

Наименование сайта	Краткая характеристика
1	2
http://www.drsk.ru/	Акционерное общество «Дальневосточная распределительная сетевая компания» (АО «ДРСК») осуществляет деятельность по передаче и транспортировке электрической энергии по распределительным сетям на территории Амурской области, Хабаровского края, Еврейской автономной области, Приморского края, Южного района республики САХА (Якутия).
http://www.burges.rushydro.ru/	<p>Филиал Публичного акционерного общества «Федеральная гидрогенерирующая компания» – «Бурейская ГЭС» (сокращенное наименование – Филиал ПАО «РусГидро» – «Бурейская ГЭС») создан на основании решения Совета директоров ОАО «ГидроОГК» от 27.08.2007 (протокол №38).</p> <p>Основные функции в Дальневосточной энергосистеме: выдача мощности и выработка электроэнергии; принятие неравномерной нагрузки; участие в регулировании основных параметров энергосистемы; обеспечение аварийного резерва, как кратковременного по мощности, так и длительного – по энергии; резкое повышение надежности функционирования всей энергосистемы региона.</p>
http://www.zges.rushydro.ru/	<p>Филиал Публичного акционерного общества «Федеральная гидрогенерирующая компания» – «Зейская ГЭС» (сокращенное наименование – Филиал ПАО «РусГидро» – «Зейская ГЭС») создан на основании решения Совета директоров ОАО «ГидроОГК» от 27.08.2007 (протокол №38).</p> <p>В Дальневосточной энергосистеме Зейская ГЭС осуществляет следующие функции: выдача мощности и выработка электроэнергии; регулирование частоты; прием суточных и недельных неравномерностей нагрузки по энергосистеме; аварийный резерв, как кратковременный по мощности, так и длительный по энергии</p>
http://www.soups.ru/index.php?id=rdu_amur	Филиал АО «СО ЕЭС» « Региональное диспетчерское управление энергосистемы Амурской области » (Амурское РДУ) осуществляет функции оперативно-диспетчерского управления объектами электроэнергетики на территории

Наименование сайта	Краткая характеристика
1	2
	Амурской области, а также Алданского и Нерюнгринского районов (улусов) Республики Саха (Якутия) и входит в зону операционной деятельности Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Востока.
http://www.dvec.ru/amur-blag/	<p>Публичное акционерное общество «Дальневосточная энергетическая компания» (ПАО «ДЭК») образовано путем слияния региональных энергосистем Дальнего Востока и осуществляет деятельность на территории Приморья, Хабаровского края, Амурской области, ЕАО.</p> <p>Филиал «Амурэнергосбыт» поставляет электроэнергию потребителям на территории Амурской области.</p>
http://www.fsk-ees.ru/	<p>Публичное акционерное общество «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы» (ПАО «ФСК ЕЭС») создано в соответствии с программой реформирования электроэнергетики Российской Федерации как организация по управлению Единой национальной (общероссийской) электрической сетью (ЕНЭС) с целью ее сохранения и развития.</p> <p>Амурское ПМЭС (Амурское предприятие магистральных электрических сетей) – предприятие, входящее в состав филиала ПАО «ФСК ЕЭС» – МЭС Востока и осуществляющее эксплуатацию линий электропередачи (ЛЭП) и подстанций (ПС) напряжением 220 кВ и сверхвысокого напряжения (500 кВ) в Амурской области и на юге Республики Саха (Якутия).</p>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Основные виды внеаудиторной самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»:

1. Самостоятельная работа с лекционным материалом.
2. Самостоятельное изучение разделов, тем и отдельных вопросов программы дисциплины с использованием рекомендованной литературы и Интернет-ресурсов.
3. Подготовка к практическим занятиям.
4. Подготовка к лабораторным работам.
5. Подготовка рефератов.
6. Подготовка к экзамену.

Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 1–2 часа ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть,

надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий.

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 2 часов работы перерыв - 20-25 минут.

Подготовка к самостоятельной работе над лекционным материалом должна начинаться на самой лекции. Для более прочного усвоения знаний лекцию необходимо конспектировать.

Несколько общих советов по конспектированию лекций и дальнейшей работе с записями.

1. Конспект лекций по каждой дисциплине должен быть в отдельной тетради.
2. Конспект должен легко восприниматься зрительно. Выделяйте заголовки, отделите один вопрос от другого, соблюдайте абзацы, подчеркните термины.
3. При прослушивании лекции обращайтесь внимание на интонацию лектора и вводные слова «таким образом», «итак», «необходимо отметить» и т.п., которыми он акцентирует наиболее важные моменты.
4. Не пытайтесь записывать каждое слово лектора. Постарайтесь вначале понять ее, а затем записать, используя сокращения.
5. Используйте общепринятую аббревиатуру. Придумайте собственную систему сокращений, аббревиатур и символов, удобную только вам.
6. Конспектируя лекцию, надо оставлять поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Методические рекомендации по работе с лекционным материалом

1. Внимательно прочитайте конспект лекции.
2. Дополните конспект материалом из учебных пособий, учебников, типовой лекции (типовые лекции представлены в локальной сети).
3. Выделите основные физические понятия, рассмотренные на лекции.
4. Основные определения выучите наизусть.
5. Проанализируйте вывод основных формул, самостоятельно повторите выводы.
6. Отметьте неясные и трудные для себя вопросы и попытайтесь разобраться в них с помощью учебных пособий.
7. Обязательно обратитесь за консультацией к преподавателю, чтобы получить ответы на непонятые вопросы.

Практические занятия проводятся для того, чтобы студент получил навыки в решении вопросов расчета уставок устройств защиты и автоматики и чтения электрических схем. На первом занятии целесообразно устроить входной контроль, на последнем – комплексную проверку качества знаний студентов.

При изложении кратких теоретических сведений рекомендуется систематизировать и обобщить материал, выделив при этом главные моменты. В процессе изложения материала целесообразно вовлекать студентов в его анализ, активизировать процесс мышления студентов за счет средств интенсивного обучения.

Блиц-опрос студентов или небольшая самостоятельная работа по теме практического занятия позволят лучше усвоить ход решения задач, понять их сущность.

При решении задач можно использовать разные формы. Например, преподаватель, решая задачу на доске, поясняет ее и привлекает к работе всю группу путем вопросов, постоянно подводя студентов к правильному решению.

Другая форма решения задач - самостоятельная работа студентов под контролем преподавателя с пояснением наиболее трудных моментов. Возможно решение задачи на доске студентом, но в этом случае преподаватель руководить процессом решения и вовлекает в работу всю группу.

Как правило, защита индивидуальных домашних заданий должна проводиться во

внеаудиторное время, а на практическом занятии следует показать типовые ошибки, проанализировать результаты выполнения и защиты индивидуальных заданий, отметить лучшие и худшие из них, предложить студентам в виде деловой игры принять решение по устранению замечаний.

В конце практического занятия преподаватель называет тему следующего, указывает разделы теоретического материала, которые студент должен освоить для наиболее эффективного решения задач, выдает домашнее задание.

Лабораторные работы выполняются по индивидуальному графику бригадами, состоящими из 2-3 студентов. График выполнения лабораторных работ формируется преподавателем в начале каждого семестра и представляется студентам на первом аудиторном занятии лабораторного практикума. Методические рекомендации к лабораторным работам содержатся в отдельном пособии «Методические указания к выполнению лабораторных работ».

Подготовка к лабораторной работе осуществляется студентом до аудиторных занятий в часы, отведенные на самостоятельную работу.

При подготовке к лабораторной работе полностью руководствуйтесь методическими указаниями к выполнению лабораторных работ. Описание каждой лабораторной работы содержит: цель работы, оборудование, краткое изложение теоретического материала по теме лабораторной работы, описание лабораторного стенда, порядок выполнения работы, указания по обработке полученных результатов измерения, контрольные вопросы.

Студент обязан приходиться на занятие подготовленным. Наличие заготовки к лабораторной работе является обязательным условием допуска студента к выполнению лабораторной работы. Студенты, не готовые к занятиям, к выполнению лабораторной работы не допускаются.

Перед выполнением работы преподаватель проверяет степень подготовленности каждого студента. Критерием допуска к работе является: понимание студентом цели работы, знание метода и порядка выполнения экспериментов, а также представление об ожидаемых результатах.

Окончательное оформление работы, обработка результатов эксперимента и подготовка к отчету по контрольным вопросам проводится студентом в часы самоподготовки.

Оформление отчета и подготовка к защите лабораторной работы осуществляется студентом в часы, отведенные на самостоятельную работу. К следующему (после выполнения очередной лабораторной работы) занятию каждый студент должен предоставить отчет о выполненной лабораторной работе.

После оформления отчета студент готовится к защите лабораторной работы, изучая теоретические основы данной темы, ориентируясь на контрольные вопросы, приведенные в методических указаниях.

Для получения зачета по лабораторной работе студент представляет преподавателю оформленный отчет со всеми необходимыми расчетами и защищает его в ходе последующего собеседования.

«Защита» выполненных лабораторных работ проводится преподавателем в устной (или в письменной) форме в виде ответов на вопросы по теме лабораторной работы. Для успешной «защиты» работы студент должен знать: теоретический материал поданной теме, методику эксперимента и обработки результатов, уметь проанализировать полученные результаты и объяснить причины расхождения теоретических и опытных данных.

Отметка о зачете лабораторной работы (в случае успешной «защиты») делается преподавателем в лабораторном журнале.

Выполнение лабораторных работ и отчет по ним в полном объеме является обязательным условием допуска к экзамену по данной дисциплине.

Реферат может быть подготовлен по заданной теме на основе двух-трех источников, либо большого количеством книг, статей, справочной литературы материалов деловых и научно-популярных газет и журналов, Интернета. В реферате должны присутствовать характерные компоненты: раскрытие содержания основных концепций; цитирование мнений некоторых специалистов по данной проблеме; текстовые дополнения. Точка зрения студента обязательна при написании реферата и оформляется с помощью терминов: «на наш взгляд», «считаем, что».

Основные формы контроля знаний, предусмотренные рабочей программой дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», это экзамен.

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и один качественный, вопросы подбираются из различных разделов и тем, изучаемых в семестре. Время подготовки к ответу на экзамене составляет 30-40 минут.

При ответе на вопросы билета студент должен продемонстрировать знание теоретического материала и умение применить его анализе качественного вопроса, изложение материала должно быть четким, кратким и аргументированным. Ответ на экзамене оценивается в баллах.

На подготовку к экзамену выделяется, как правило, от 3 до 5 дней. В течение этого времени студент можете только повторить и систематизировать изученный материал, но не выучить его.

Для успешной сдачи экзамена рекомендуется соблюдать несколько правил.:

1. Подготовка к экзамену должна проводиться систематически, в течение всего семестра.
2. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена.
3. Каждый вопрос следует проработать по конспекту лекций, по учебнику или учебному пособию.
4. После повтора каждого вопроса нужно, закрыв конспект и учебники, самостоятельно вывести формулы, воспроизвести иллюстративный материал с последующей самопроверкой.
5. Все трудные и не полностью понятые вопросы следует выписывать на отдельный лист бумаги, с последующим уточнением ответов на них у преподавателя на консультации.

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Занятия по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» проводятся в специализированных помещениях, представляющих собой аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, лабораторных работ с лабораторным оборудованием, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки **13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата)**.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, интерактивная доска. Материал лекций представлен в виде презентаций. Для проведения лабораторных и практических занятий и в самостоятельной работе студентов используются технологические схемы, температурные карты, модели процессов. Практические работы проводятся с использованием стационарного и переносного компьютерных классов кафедры энергетики.

ПРИЛОЖЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»
направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
направленность (профиль) образовательной программы: Электроэнергетика

В соответствии с учебным планом для заочной формы обучения предусмотрено

Год набора 2018

Экзамен 5 курс, 9 академических часов

Лекции 16 (академических часов)

Лабораторные работы 4 (академических часов)

Практические занятия 16 (академических часов)

Самостоятельная работа 135 (академических часов)

Курсовой проект 5 курс

Общая трудоемкость дисциплины 180 (академических часов), 5 (з.е.)

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Тема дисциплины	Курс	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
1	Вводная лекция. Общие вопросы РЗА	4	2			34	Выполнение лабораторных работ и практических занятий и защита отчетов
2	Токовые защиты линий электропередачи	5	2		2	10	
3	Защиты от замыканий на землю	5			2	10	
4	Дистанционные защиты линий	5	2		2	10	
5	Дифференциальные защиты линий, защита электродвигателей	5	2	2	2	10	
6	Защита трансформаторов и автотрансформаторов	5	4		2	10	
7	Автоматическое повторное включение	5	2		2	10	
8	Автоматическое включение резервного питания	5		2	2	10	
9	Автоматическая частотная разгрузка, противоаварийная автоматика	5		2	2	10	
10	Выполнение и защита курсового проекта	5				21	Защита курсового проекта
	ИТОГО	5				135	Экзамен (9 академических часов)

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Тема дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в академических часах
1	Вводная лекция. Общие вопросы РЗА	Проработка лекционного материала.	34
2	Токовые защиты линий электропередачи	Проработка лекционного материала. Выполнение лабораторной работы и практических занятий и защита отчетов	10
3	Защиты от замыканий на землю		10
4	Дистанционные защиты линий		10
5	Дифференциальные защиты линий, защита электродвигателей		10
6	Защита трансформаторов и автотрансформаторов		10
7	Автоматическое повторное включение		10
8	Автоматическое включение резервного питания		10
9	Автоматическая частотная разгрузка, противоаварийная автоматика		10

№ п/п	Тема дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в акад. часах
10	Выполнение и защита курсового проекта	Выполнение курсового проекта и его защита	21